

脳底静脈の血管解剖 —静脈吻合路から見た深部静脈—

Anatomy of the basal vein of Rosenthal –Anastomotic routes of the cerebral deep venous system–

久保道也

Michiya Kubo

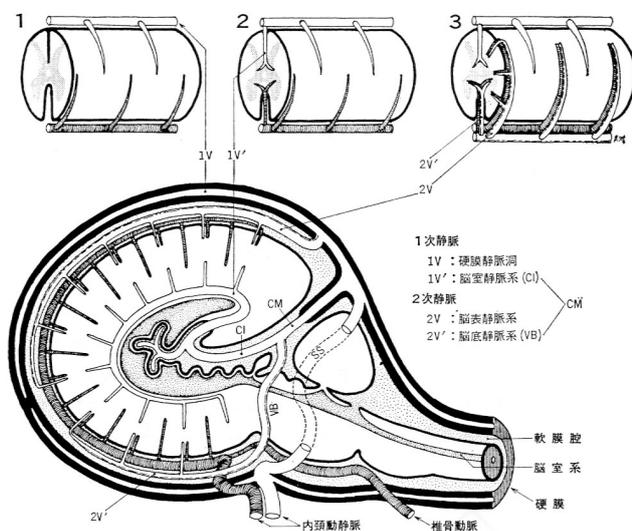
富山県済生会富山病院 脳卒中センター 脳神経外科

Department of Neurosurgery, Stroke Center, Saiseikai Toyama Hospital, Toyama, Japan

Key Words : basal vein of Rosenthal, internal cerebral vein, venous collateral, hippocampal venous complex

<発生学的視点から見た脳底静脈の位置づけ>

「脊椎動物の血管発生にはひとつの原則がある。それは灌流臓器を挟んで、まず動脈の対側にできた古い静脈(一次静脈)が、その臓器の分化とともに、今度は動脈の同側に、伴行性にできた静脈(二次静脈)によって血流を奪われる。」(Fig.1)



今から50年以上前に萬年、三木らによって発表された論文¹⁾²⁾における記載である。彼らの視点は非常に興味深く、血管発生を脳動脈と脳静脈を別にしてそれぞれ系統的に扱うのみでなく、発生の各段階における動脈と静脈の関連づけの重要性を認識させてくれるインパクトのある記載であり、血管発生の今後の更なる展開にも結びつく視点と思われた。彼らの参考文献には1956年、1957年のPadget の有名な論文³⁾⁴⁾を引用していたことは言うまでもない。

Fig.1: 脳循環の発生 (文献2より)

脳血管系の基部は脳底側である。

脳底部の動脈系においては穿通枝(=古い基底核枝)構造をとって、太い動脈から細動脈がほぼ直角に近い角度で分岐して直接血流を送り込んでいる。狩猟生活時代には常に低血圧や循環障害の危機に曝されており、生命維持に重要な組織に優先的に血流を運ぶ必要があったための構造であったが、現在は高血圧症により血圧負荷が直接加わり、高い圧力による強い緊張によって障害を受けることとなり、strain vessel⁵⁾ という呼称を用いられるようになってきた。

静脈系においては、一次静脈は内大静脈(internal cerebral vein: ICV)と静脈洞に還流する脳表静脈系(superficial venous system)に相当する。前者は、大脳基底核と白質からの静脈還流を受けて subependymal venous plexus を形成して、さらに脈絡叢からの静脈還流とも合流してガレン静脈(vein of Galen: VOG)に流出する。後者は、脊椎動物が陸上に上がって硬膜の分化が起こると、硬膜静脈洞が発達して、皮質の分化・発達とともに髄質静脈からの静脈還流をも受け入れる構造になったものである。

脳底静脈(basal vein of Rosenthal: BVR)は二次静脈に相当する。二次静脈は動脈に伴行性であり、BVRとWillis動脈輪の形状がよく似ており、またいずれにおいても、anterior communicating routeとposterior communicating routeが存在する点も非常に興味深い。

BVRは真の深部静脈ではない: The BVR is not truly a deep vein, rather being a superficial vein at the base of the brain. 血管解剖を記載した多くの書に見られる表現であるが、このことは上記のような発生学的な視点を踏まえて考えると、より理解しやすくなる。

Padgettらの報告³⁾⁴⁾(Fig.2)に、BVRの発生については詳細が記されているので、ここでは簡略に示す。発生初期(16-21mm stage)で5つのdivision(脳胞)にはそれぞれに2本以上のpia-arachnoid veinができており、その腹側の遠位端、特にdiencephalic veinとmesencephalic veinが静脈叢を形成して、本来のBVRが形成される予定の位置にlongitudinal channelの役割を持ち始める。

一方で、medial telencephalic veinまたはdeep middle cerebral vein(deep MCV)と吻合して、BVRの形成準備のスタート地点に立ったことになる。この時期におけるtelencephalon, diencephalonからの静脈還流を受ける中心的役割を担っているのがprimitive tentorial sinusである。のちにその背側にmesencephalic veinとの吻合も発達する。胎生7a期において、前方からdeep telencephalic vein, ventral diencephalic vein, lateral mesencephalic veinの3つの胎生期静脈が吻合することによって、それまでprimitive tentorial sinusが行ってきた静脈還流の役割を受け継ぐことになる。

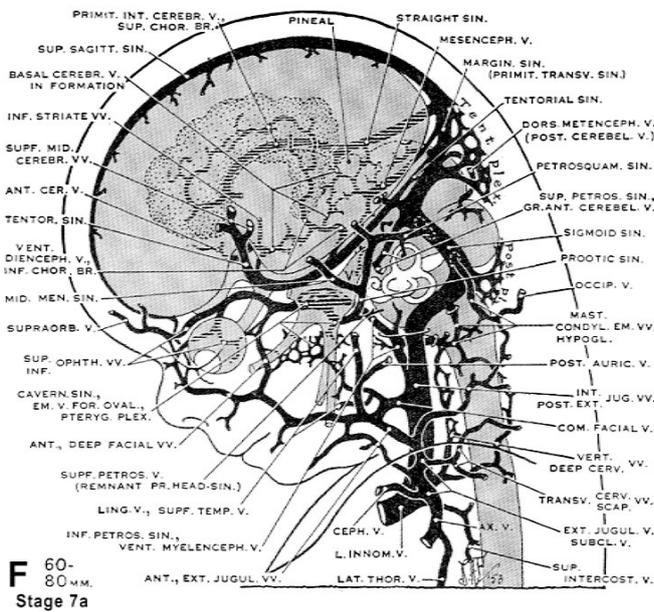


Fig.2: 胎生期(7a期)における脳静脈の形成 (文献4より)

<BVRとICVの位置づけ>

臨床の場でBVRやICVに関連した静脈還流障害が関連する主な疾患は、動静脈シャント、脳静脈血栓症(静脈洞血栓症)、頭蓋内腫瘍などをあげることができる。影響を受けやすい主な疾患に関連づけて、1st, 2nd, 3rd segmentに分けてFig.3(a,b,c)に示した。

したがって、これらの疾患の治療に際しては、現場で応用できる静脈解剖や血行動態を理解するための吻合路等に関する知識が重要になってくる。

1st segmentでは、嗅静脈(olfactory vein)は、嗅溝の同定や正中線と併せて直回の同定に用いられる。同部位の動脈に関しては、多くの下等哺乳類はazygos ACAを有する一方で大きな嗅球に対応した嗅動脈を発達させており、静脈に関しても嗅静脈以外にrostral rhinal veinの発達が著しいという特徴を有する。ヒトにおいては、嗅静脈は極めて細い静脈であるが、臨床的には前頭蓋窩(anterior cranial base: ACB)の硬膜動静脈瘻における流出静脈として重要である。この部位の硬膜動静脈瘻は上矢状洞への流出ルート以外

に、嗅静脈を介してBVRに流出することが多く、治療を行う場合には知っておかねばならない。また、BVRは鉤静脈(uncal vein)を介して海綿静脈洞と吻合しており、BVRが1st segmentと2nd segmentの間で形成不全の場合に発達しやすいことが知られている。海綿静脈洞部硬膜動静脈瘻において、BVRへ流出したために深中大脳静脈(deep middle cerebral vein:DMCV)へ逆流して脳出血をきたしたりした症例も報告されており、診断と治療の両面において重要と思われる。DMCVは、4本ある島静脈(insular veins)が島限(Liemen Insulae)で集合してできており、BVRと吻合している。解剖的指標としては、前から3本目の島静脈であるcentral insular veinは比較的細い静脈であるものの、中心溝の同定の指標として用いられてきた。また、左右のBVRを吻合するAcomVも、静脈吻合路の観点から重要である。

2nd segmentでは、後頭蓋窩静脈との交通路として脚静脈(peduncular vein)があり、下降してanterior ponto-mesencephalic veinに吻合する。左右の脚静脈を大脳脚の前面で吻合する後交通静脈(posterior communicating vein : PcomV)も静脈吻合路の観点から大切な役割を果たす。また、下脳室静脈(inferior ventricular vein)と外側房部静脈(lateral atrial vein)の臨床的意義については後述する。

3rd segmentで最も重要なのは、後頭蓋窩静脈との交通路として外側中脳静脈(lateral mesencephalic vein)である。外側中脳静脈は69%の例でBVRとSPSを吻合しているとの報告もある。それ以外にも、側頭葉や後頭葉の下面から複数の静脈還流を受けている。

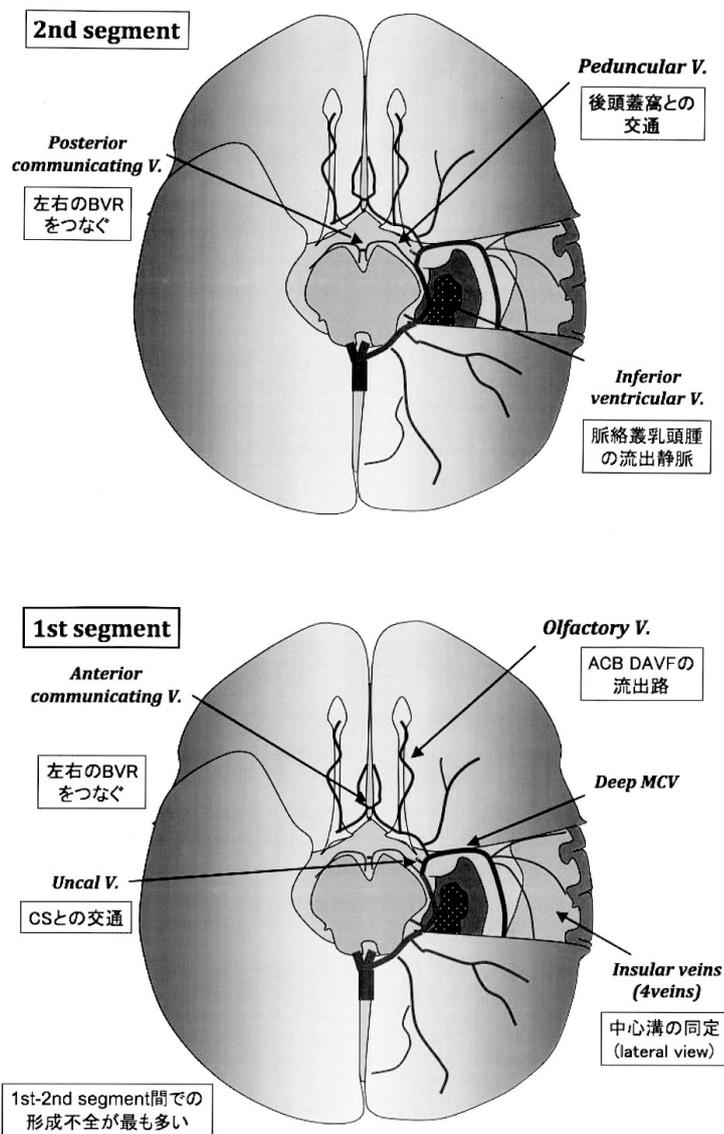


Fig.3(a,b): BVRの各セグメントごとの基本的解剖

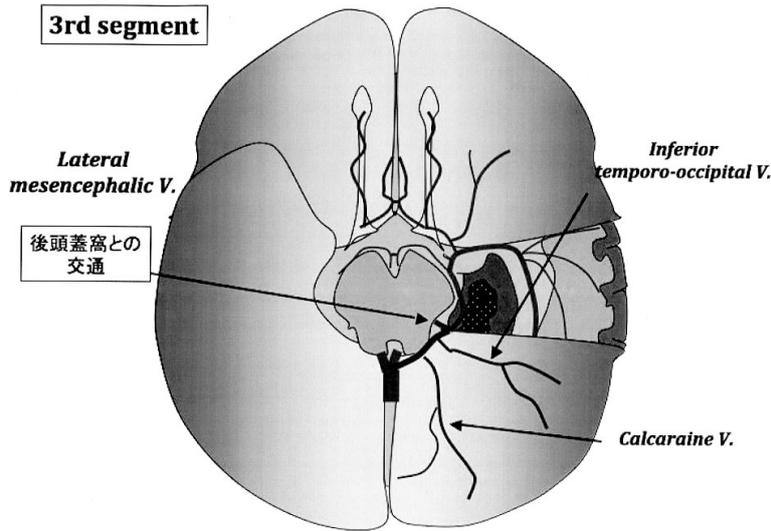


Fig.3(c): BVRの各セグメントごとの基本的解剖

<BVRとICV間の静脈吻合路>

Fig.4にBVRとICVのtributariesを示したが、両者の役割は大きく異なっている。

BVRはdeep cisternal venous system(=superficial venous system at the base of the brain)の静脈還流を受け、その静脈側副血行路は前述のようにWillis動脈輪と同様に各セグメント間の吻合不全や、他の静脈系との吻合の有無によって影響を大きく受けやすい。

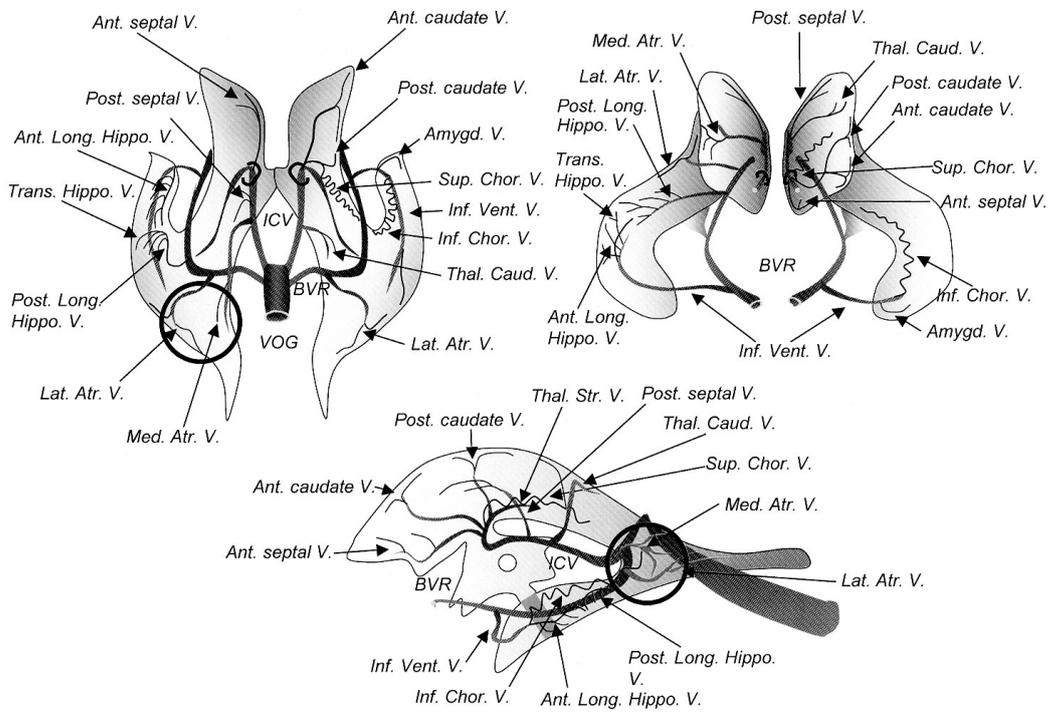


Fig.4: BVRとICVのtributaries

一方、ICVは、主にsubependymal venous drainageとchoroidal venous drainageを受けているため、ventricular venous drainageを受ける静脈という表現がよく用いられる。このため、その静脈側副血行路は、deep medullary veinsとsuperficial medullary veinsの吻合による所謂transcerebral venous systemに依存することになる。もちろんそれ以外にもICVは、大脳基底核や視床からの静脈還流を受けていることは言うまでもない。

しかし、上記はあくまでも原則である。BVRも、deep cisternal venous drainage以外にventricular venous drainageを受けているため、急性発症の静脈還流障害が起こった場合にはこれが、静脈吻合路になる場合もある。

- (1) 下脳室静脈: 脈絡裂の前端部から出てBVRに吻合する静脈であり、これはinferior choroidal veinを介して側脳室下角の脈絡叢からの静脈還流を受ける。しかしそのみでなく、海馬等のsubependymal venous drainageも受けている。
- (2) 外側房部静脈(lateral atrial vein): hippocampal venous complexは、2つのvenous archを持つ。1つがvenous arch of the fimbriodentate sulcusであり、もう一つがvenous arch of the superficial hippocampal sulcusである。前者がsubependymal intrahippocampal veinの静脈還流を主に受け、後者がsulcal intrahippocampal veinのそれを受ける(Fig.5)⁶⁾。この静脈が重要な理由は、一つはこれら2つのvenous archは下脳室静脈との吻合の役割を持っていることであり、もう一つは、ICVのtributaryである内側房部静脈(medial atrial vein)との吻合を有する場合があることである。

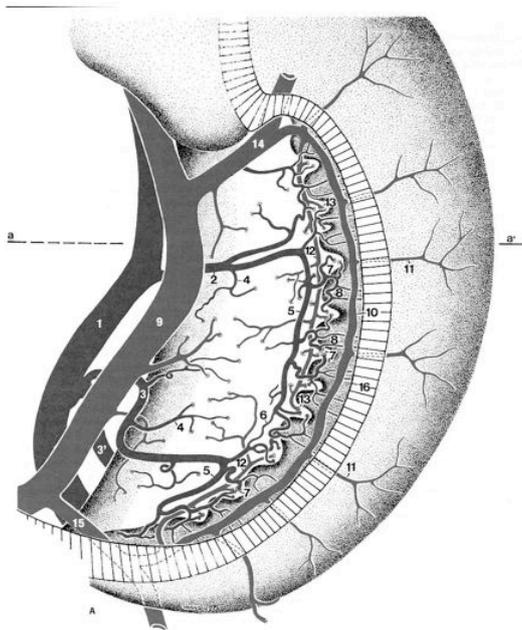
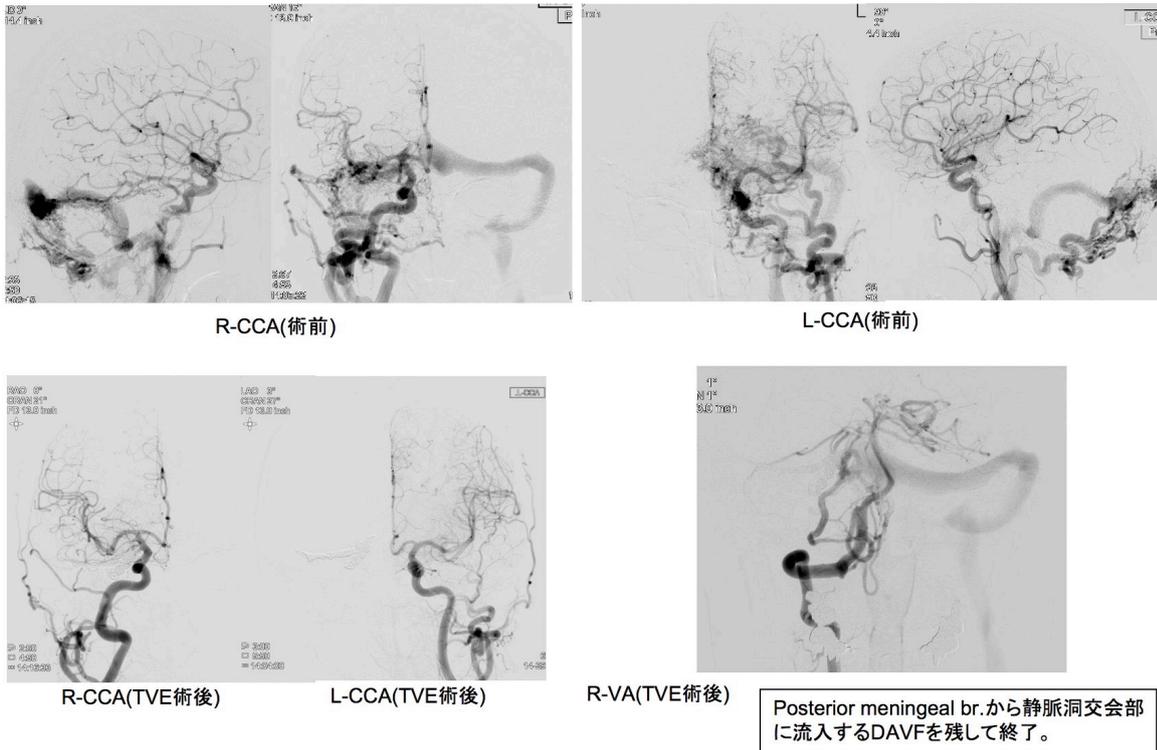


Fig.5: 海馬のsuperficial vascular system (文献6より)

急性発症の深部静脈(ここではBVR+ICVの意)還流障害をきたした場合、すなわち硬膜動静脈瘻症例にVOGの閉塞が合併したりした場合には、どのような静脈吻合路を介して流出するのことは非常に興味深い。

Fig.6(a,b)に、経過中に静脈洞交会～直静脈洞～VOGにかけて血栓化をきたし、頭蓋内圧亢進症状で発症した硬膜動静脈症例の経過を示した。急性閉塞であるため、transcerebral venous systemは側副血行としてはほとんど機能せず、ventricular venous drainageは、上述の内側-外側房部静脈の静脈吻合路を介して、さらに下脳室静脈を経てBVRに流出していた。

■ 横・S状静脈洞+静脈洞交会部 硬膜動静脈瘻50歳 / 男性



◎ 1年8ヶ月後に頭蓋内圧亢進症状にて発症
 ⇒ VOG, 直静脈洞, 静脈洞交会, 左・横-S状静脈洞が血栓性閉塞

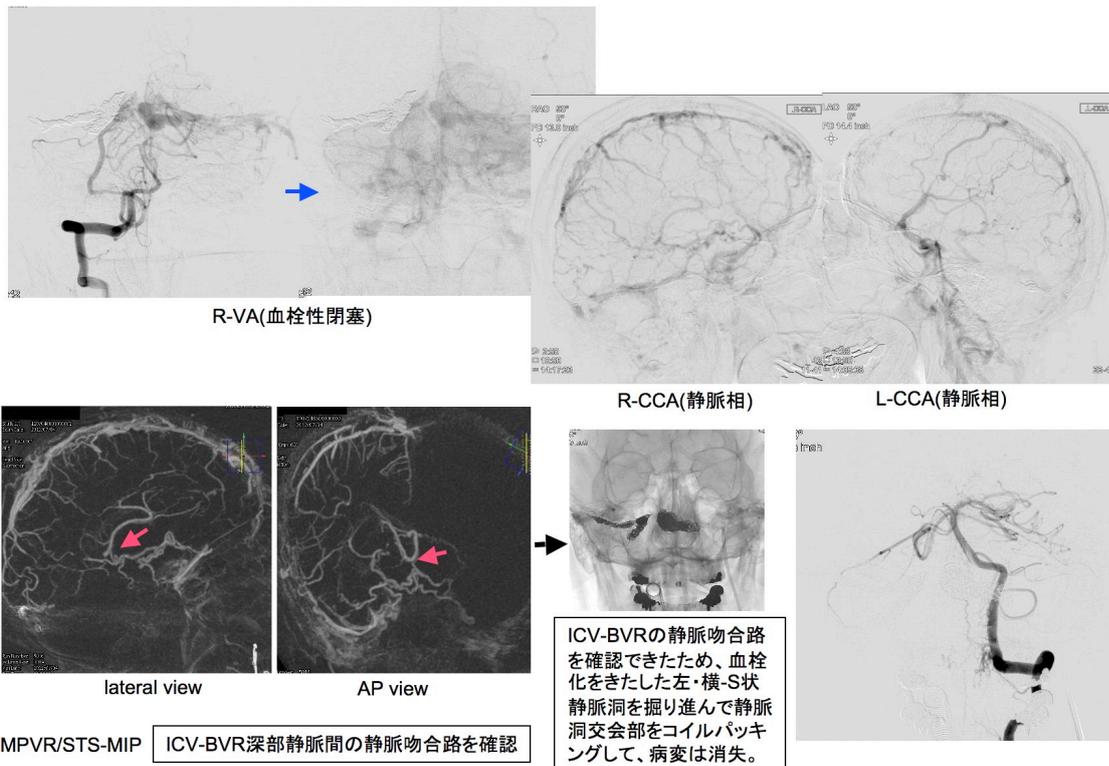


Fig.6(a,b): 経過中に静脈洞交会～直静脈洞～VOGの血栓化をきたした硬膜動静脈瘻症例

<文献>

- 1) 萬年 甫、三木成夫：脊髓血管の解剖—その史的展望. 臨床神経学 7, 369-380, 1960
- 2) 三木成夫：脳血管の発生. 生命形態の自然誌 第一巻 解剖学論集, 351-359, 1989
- 3) Padget DH: The development of the cranial venous system in man. Contribution to embryology. 36, 1957
- 4) Padget DH: The cranial venous system in man in reference to development, adult configuration, and relation to the arteries. Am J Anat 98. 307-355, 1956
- 5) Ito S, Nagasawa T, et al.: Strain vessel hypothesis: a viewpoint for linkage of albuminuria and cerebro-cardiovascular risk. Hypertens Res 32, 115-121, 2009
- 6) Duvernoy HM: 5. Vascularization. The Human hippocampus. Third edition. Springer-Verlark, New York, 2005, pp73-108.